



Prespectivas y retos de los extractos vegetales como aditivos alimentarios en rumiantes..... 4

Aditivos promotores de crecimiento para lechones..... 6

Efectos de los sequestrantes de micotoxinas en los piensos 10

PERSPECTIVAS Y RETOS DE LOS EXTRACTOS VEGETALES COMO ADITIVOS ALIMENTARIOS EN RUMIANTES

ALGUNAS PLANTAS PRODUCEN Y ALMACENAN COMPUESTOS SECUNDARIOS QUE EJERCEN ACTIVIDADES BENEFICIOSAS EN EL ORGANISMO HUMANO Y ANIMAL. EN LO QUE SE REFIERE A SU USO EN ALIMENTACIÓN ANIMAL, CONSTITUYEN UNA

ALTERNATIVA NATURAL A LOS ADITIVOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO, CUYO USO EN RUMIANTES SE HA CENTRADO FUNDAMENTALMENTE EN SUS EFECTOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL.

María Dolores Carro^{1*}, Cristina Saro², Iván Mateos², Alexey Díaz², María José Ranilla²
¹Dpto. de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid
²Dpto. de Producción Animal. Universidad de León
mariadolores.carro@upm.es

Como extractos vegetales se conoce a una amplia variedad de compuestos que, como su nombre indica, tienen origen vegetal. Algunas plantas producen y almacenan compuestos secundarios que no están directamente implicados en su crecimiento, desarrollo o reproducción, pero que pueden ser los responsables del

olor o sabor de las plantas, servir como mensajeros químicos entre las plantas y el medio ambiente (por ejemplo, los responsables de atraer a insectos polinizadores) y proteger frente a otras plantas, herbívoros y procesos abióticos causantes de estrés (Jouany y Morgavi, 2007). Algunos de estos compuestos ejercen actividades beneficiosas en el organismo humano y animal, debido a su actividad antioxidante y sus efectos favorables sobre enfermedades cardiovasculares y procesos inflamatorios y tumorales, pero sus actividades más conocidas y destacadas son como estimulantes digestivos, antisépticos y antimicrobianos (Franz *et al.*, 2005).

En lo que se refiere a su uso en alimentación animal, los extractos vegetales constituyen actualmente una alternativa natural a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento, cuyo uso está prohibido en la Unión Europea y es cada vez más controvertido en aquellos países en los que continúan estando autorizados. De hecho, en numerosos experimentos (revisados por Windisch *et al.*, 2008) se ha demostrado que la utilización de ciertos extractos de plantas en cerdos y pollos puede producir resultados productivos similares a los registrados con los aditivos antibióticos. En los animales rumiantes, se han realizado también numerosos estudios para determinar sus efectos y mecanismos de acción, pero una amplia mayoría de ellos se han llevado a cabo *in vitro* o se han centrado exclusivamente en los efectos de estos compuestos sobre la fermentación ruminal. En la figura se muestran los procesos fermentativos ruminales que se ha demostrado que pueden ser modificados por algunos extractos vegetales.

La producción de estos compuestos secundarios en las plantas es compleja y las concentraciones de los principios activos pueden ser muy variables dependiendo, entre otros factores, de la variedad de la planta, las condiciones de cultivo, la época del año y el método de recolección. Adicionalmente, el método de extracción de estos compuestos y el almacenamiento hasta su

uso son complicados y también afectan a la concentración de las sustancias activas. Por ello, la información existente en la actualidad sobre los efectos de estos compuestos refleja una gran variabilidad. Existe un gran número de compuestos secundarios que pueden utilizarse como aditivos en la alimentación de los rumiantes, pero entre ellos destacan las saponinas, los taninos y los aceites esenciales (Jouany y Morgavi, 2007; Hart *et al.*, 2008).

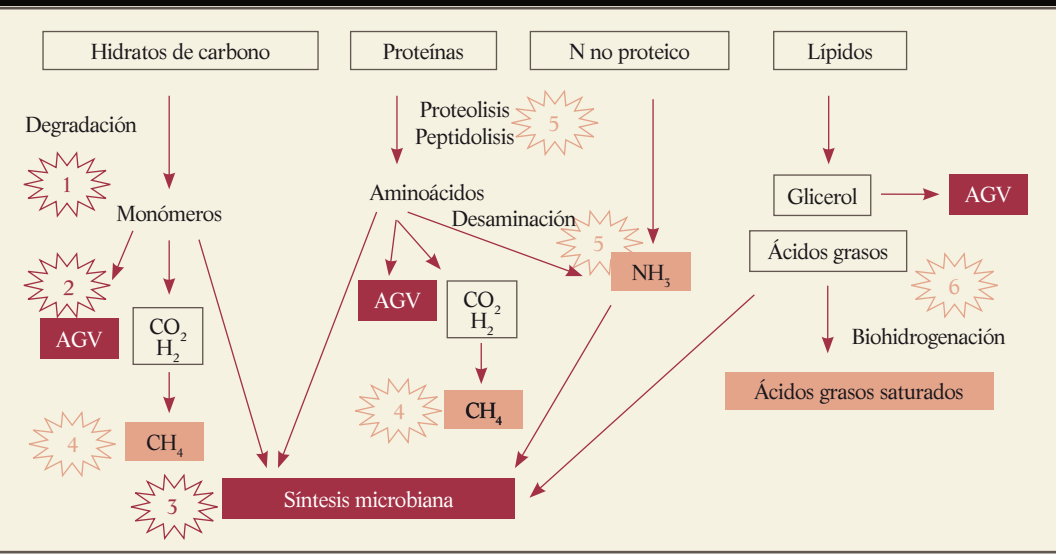
MECANISMOS DE ACCIÓN Y RESPUESTAS PRODUCTIVAS

Los efectos de los extractos vegetales se deben fundamentalmente a su capacidad de modificar los procesos digestivos, la flora microbiana gastrointestinal y el estado inmunitario de los animales. En el rumen, estas sustancias pueden tener efectos bacteriostáticos o bactericidas sobre los microorganismos, dependiendo de la dosis administrada. La gran variedad de compuestos existentes explica los numerosos modos de acción, algunos de los cuales se muestran en la *tabla 1*.

SAPONINAS

Las saponinas son glucósidos que se encuentran en numerosas plantas, incluyendo algunas de uso común en la alimentación de los rumiantes como la alfalfa y la soja, pero las más utilizadas son las extraídas de *Yucca shidigera*, *Quillaya saponaria* y *Sapindus* spp. El uso de saponinas como aditivos en rumiantes reduce la degradabilidad ruminal de la proteína del alimento y aumenta el crecimiento microbiano, por lo que aumenta el flujo duodenal de aminoácidos y su disponibilidad para cubrir las necesidades del animal (Hart *et al.*, 2008). Estos efectos se deben a que las saponinas reducen la población ruminal de protozoos e incrementan la población bacteriana total, aunque parece que no ejercen efecto sobre otros microorganismos como las arqueas metanogénicas, las principales bacterias celolíticas (*E. succinogenes*, *R. albus* y *R. flavefaciens*) y los hongos (Wina, 2012).

FIGURA PRINCIPALES PROCESOS DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y POSIBILIDADES DE MODIFICACIÓN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES.



1: aumento de la degradación de los hidratos de carbono; 2: aumento de la producción de ácidos grasos volátiles (AGV); 3: estimulación de la síntesis de proteína microbiana; 4: reducción de la producción de metano; 5: reducción de la proteólisis, peptidólisis y desaminación de los aminoácidos; 6: reducción de la biohidrogenación. En color oscuro se representan las reacciones y productos finales que interesa incrementar y en color claro, los que interesa reducir.

TABLA 1. EFECTOS DE ALGUNOS EXTRACTOS VEGETALES SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL. (FUENTE: ELABORADO A PARTIR DE DATOS DE LA BIBLIOGRAFÍA).

Planta	Compuesto activo	Efecto
Diversas plantas (yuca, alfalfa, soja, <i>Sapindus</i> spp., etc.)	Saponinas	↓ proteólisis, ↑ crecimiento microbiano, ↓ población de protozoos, ↓ producción de metano
Diversas plantas (leguminosas, plantas tropicales, frutas, etc.)	Taninos	↓ proteólisis, ↓ flujo duodenal de proteína, ↓ producción de metano
Ajo	Alicina dialil disulfuro	↓ producción de metano, modificación de las proporciones molares de ácidos grasos volátiles
Anís	Anetol	↓ desaminación, modificación de las proporciones molares de ácidos grasos volátiles
Canela	Cinamaldehído	↓ peptidólisis, ↓ desaminación
Clavo	Eugenol	↓ peptidólisis, ↓ desaminación
Tomillo	Timol	↓ desaminación
Pimiento rojo	Capsaicina	↓ desaminación, modificación de las proporciones molares de ácidos grasos volátiles



Steiner Wolfgang/shutterstock.com

Los aceites esenciales engloban a una gran variedad de compuestos extraídos de las plantas mediante destilación.

Como consecuencia, se ha observado una reducción de la producción de metano y amoníaco y un aumento de la producción de propiónico, lo que aumentaría la disponibilidad de glucosa para el rumiante. A pesar de que los efectos de las saponinas sobre la fermentación ruminal son consistentes, existe una gran variabilidad en las respuestas productivas de los animales. En algunos estudios se ha observado un incremento en la producción de leche en vacuno (Anantasook *et al.*, 2014), pero en otros no se ha observado efecto (Lovett *et al.*, 2006; Holtshausen *et al.*, 2009; Benchaar *et al.*, 2008). La diversidad de saponinas y de dosis utilizadas en los experimentos, junto con la posible adaptación de las poblaciones microbianas a estos compuestos son algunos de los factores que justifican esta variabilidad.

*EL MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE ESTOS
COMPUESTOS Y EL ALMACENAMIENTO
HASTA SU USO SON COMPLICADOS Y
TAMBIÉN AFECTAN A LA CONCENTRACIÓN
DE LAS SUSTANCIAS ACTIVAS.*

TANINOS

Los taninos son un grupo heterogéneo de compuestos fenólicos que se encuentran en numerosas plantas y que pueden unirse a las proteínas y formar complejos estables a los valores de pH habituales en el rumen (6,0-7,0). Estos complejos se disocian a valores de pH inferiores a 3,5 (pH en el abomaso) y superiores a 7,5 (pH en el intestino delgado), por lo que las proteínas pueden ser digeridas en el estómago e intestino delgado sin haberse degradado en el rumen. Sin embargo, los taninos también pueden formar complejos con otros componentes de los alimentos (minerales, almidón, celulosa), por lo que pueden reducir la digestibilidad e ingestión de los alimentos y la productividad de los animales (Min *et al.*, 2003). Los taninos poseen efectos antimicrobianos y pueden afectar negativamente al crecimiento de determinados microorganismos ruminales, resultando en efectos beneficiosos (por ejemplo, reducción de la degradación proteica y la producción de metano) o perjudiciales (como la reducción del crecimiento bacteriano). En definitiva, los efectos de los taninos sobre los procesos digestivos varían ampliamente en función de su estructura química y de la dosis administrada (Frutos *et al.*, 2004), pero tienen gran potencial para modificar la fermentación ruminal. Sin embargo, es necesario identificar con precisión el compuesto activo y valorar sus posibles acciones negativas sobre las

poblaciones ruminales. En cuanto a sus efectos sobre la producción de los animales, existe una amplia variabilidad, ya que se ha observado una falta de efecto en la ingestión de alimento y la producción de leche en vacas (Benchaar *et al.*, 2008) y ovejas (Torralba *et al.*, 2011), una reducción de la ingestión de alimento sin modificar la producción de leche en vacas (Dschaak *et al.*, 2011), un aumento de la ingestión y la producción de leche en vacas (West *et al.*, 1993) y un aumento de la producción de leche en ovejas sin cambios en la ingestión (Wang *et al.*, 1996).

ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales engloban a una gran variedad de compuestos extraídos de las plantas mediante destilación, que son, en general, mezclas complejas de sustancias de naturaleza heterogénea (Jouany y Morgavi, 2007). Estos aceites interactúan con los lípidos de la membrana celular de algunos microorganismos ruminales y producen cambios en su estructura, provocando una inhibición de su crecimiento e incluso su muerte (Calsamiglia *et al.*, 2007). En general, los aceites esenciales parecen ser más activos frente a las bacterias grampositivas que frente a las gramnegativas, aunque algunos autores (Chao *et al.*, 2000) han señalado que no existen diferencias. En la última década se han llevado a cabo numerosos estudios con aceites esenciales y sus componentes utilizando diferentes dosis y dietas, por lo que no es sorprendente que los resultados hayan sido muy variables. Por ello, únicamente se mencionarán aquí algunos aceites esenciales que han demostrado efectos consistentes en numerosas pruebas experimentales (revisadas en detalle por Calsamiglia *et al.*, 2007 y Hart *et al.*, 2008). El aceite de ajo puede reducir la producción de metano y aumentar la concentración de propiónico sin afectar negativamente a la producción total de ácidos grasos volátiles ni a la digestibilidad de la dieta. El cinamaldehído (extraído de la canela) y el eugenol (extraído del clavo) reducen la peptidólisis y desaminación de los aminoácidos en el rumen, por lo que son útiles para modular la degradación proteica ruminal. El timol (extraído del tomillo y del orégano) y el anetol (extraído del anís) también pueden ejercer un efecto reductor de la desaminación, disminuyendo la producción de amoníaco en el rumen, por lo que se ha sugerido que podrían ser aditivos especialmente útiles para el vacuno de cebo (Calsamiglia *et al.*, 2007). La capsaicina (extraída del pimiento rojo) tiene efectos muy similares, por lo que también sería útil como aditivo para el vacuno de cebo (Cardozo *et al.*, 2006). Sin embargo, también hay que señalar que a dosis elevadas todos los aceites y →



Existe una amplia variabilidad respecto a los efectos de los taninos sobre la producción de las vacas.

→ componentes relacionados anteriormente inhiben la fermentación ruminal y reducen la digestibilidad.

Debido a que los aceites esenciales presentan diversos modos de acción, la selección y combinación de varios de ellos puede resultar en efectos sinérgicos que aumenten la eficiencia de la fermentación ruminal. De hecho, en el mercado existen productos comerciales que combinan diferentes aceites esenciales y en la *tabla 2* se muestran los resultados positivos obtenidos en algunos estudios. Sin embargo, es importante mencionar que en otros muchos estudios no se ha

observado efecto alguno o incluso se han producido efectos negativos al utilizar dosis elevadas de estos aceites.

ASPECTOS LEGALES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

La versión más reciente del Registro Comunitario de Aditivos Alimentarios ha sido publicada el 18 de julio de 2014 (disponible en http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/docs/comm_register_feed_additives_1831-03.pdf) y en ella figuran más de 200 “productos naturales definidos botánicamente”. Todos ellos están incluidos en la categoría “aditivos organolépticos”, dentro del grupo funcional “aromatizantes” que son definidos por el Reglamento (CE) 831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003 sobre los aditivos en la alimentación animal (DO L 268 de 18.10.2003) como “sustancias cuya adición a los piensos aumenta su aroma o palatabilidad”. Sin embargo, el número de “productos naturales definidos botánicamente” que ha estado autorizado en la Unión Europea es mucho más elevado, ya que son más de 600 los productos de este

tipo que han dejado de estar autorizados al no haberse presentado una solicitud de reevaluación antes de la fecha límite (8 de noviembre de 2010).

ACTUALMENTE NO EXISTE DUDA ALGUNA SOBRE EL GRAN POTENCIAL DE LOS EXTRACTOS VEGETALES COMO ADITIVOS EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS RUMIANTES.

Actualmente no existe ningún producto natural vegetal que esté autorizado como “aditivo zootécnico” en la alimentación de los animales rumiantes. Esta categoría incluye los aditivos que “pueden ser utilizados para influir positivamente en la productividad de los animales sanos o en el medio ambiente”. Sin embargo, en 2010 y 2012 se han autorizado como “aditivos zootécnicos” varios preparados formados por mezclas de aceites esenciales, extractos vegetales o especias destinados a aves y cerdos. Estas autorizaciones implican que estos productos han mostrado su eficacia

para mejorar la producción de estas especies, por lo que en el futuro es previsible que también se pueda demostrar su eficacia en los rumiantes.

En resumen, la situación actual indica que los extractos vegetales constituyen un grupo de sustancias con un elevado potencial para ser utilizados como aditivos en los animales rumiantes, pero existen todavía algunas circunstancias que limitan su uso. En primer lugar, la información contrastada sobre sus efectos, mecanismos de acción y dosis óptimas es todavía escasa y son necesarios más estudios, realizados en diferentes condiciones productivas, para identificar claramente en qué condiciones pueden ser eficaces. Un punto crucial para su autorización es el control de la calidad de estos productos y su trazabilidad, dado que su origen puede ser muy diverso. En relación con este aspecto, es necesario determinar y estandarizar la concentración del componente o componentes activos, que deben ser estables para su almacenamiento y administración en condiciones prácticas de alimentación y ejercer un efecto persistente durante su administración a los animales. Este aspecto es fundamental, ya que en numerosos casos se ha observado una adaptación de los microorganismos ruminales que hace que el producto sea ineficaz en un corto periodo de tiempo. Otro problema es que los procedimientos de obtención suelen ser complejos y ello hace que su precio actual sea elevado, por lo que deberá abarataarse para que su utilización llegue a ser económicamente rentable. Además, debe asegurarse la total inocuidad de estos compuestos o de sus metabolitos para los animales, los consumidores y el medio ambiente y, por ello, también hay que comprobar que los compuestos o sus metabolitos no afecten negativamente a la calidad de los productos animales. En este sentido, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria publicó en 2010 un documento que sirviese como guía para evaluar específicamente la seguridad de estos productos en las solicitudes de autorización de estos productos para su uso como aditivos organolépticos o zootécnicos en la alimentación animal (FEEDAP, 2010). Por todo ello, parece que deberá transcurrir todavía algún tiempo para que exista un número significativo de productos comerciales a base de extractos vegetales autorizados como aditivos zootécnicos para la alimentación de los rumiantes, aunque actualmente no existe duda alguna sobre el gran potencial de estos productos como aditivos. ●

TABLA 2. EFECTOS DE ALGUNOS EXTRACTOS VEGETALES EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS EN RUMIANTES.

Especie animal y producción (Referencia bibliográfica)	Extracto utilizado	Efecto¹
Vacuno lechero (Kraszewski <i>et al.</i> , 2004)	Mezcla de plantas (menta, manzanilla, pensamiento, tomillo, ortiga y artemisa)	Aumenta la ingestión de MS y mejora la composición y características tecnológicas de la leche (aptitud quesera)
Vacuno lechero (Benchaar <i>et al.</i> , 2007)	Mezcla comercial (cresol, resorcinol, timol, guaiaacol y eugenol)	Aumento de la concentración de ácido linoleico conjugado en la leche. Sin efectos en la producción de leche ni la ingestión de MS
Vacuno lechero, 16 experimentos (Bravo y Doane, 2008)	Mezcla comercial (cinamaldehído y eugenol)	Aumento de la producción de leche debido a un aumento de la ingestión de alimento
Vacuno lechero (Gobert <i>et al.</i> , 2009)	Extracto de romero, caléndula, uva y cítricos	Mejora del estatus antioxidante plasmático
Vacuno lechero con baja producción (Taylor Preciado <i>et al.</i> , 2011)	Galactogogo vegetal (esteroles y ácidos grasos)	Aumento de la producción de leche y disminución del contenido en grasa y células somáticas
Vacuno lechero bajo estrés térmico (Boyd <i>et al.</i> , 2012)	Mezcla comercial (capsaicina, cinamaldehído, eugenol y levaduras)	Aumento de la ingestión de MS y de la digestibilidad de la fibra. Aumento numérico de la producción de leche y reducción significativa de su contenido en grasa
Vacuno lechero al inicio de la lactación (Anantasook <i>et al.</i> , 2014)	Extracto de <i>Samanea saman</i> (taninos y saponinas)	Aumento de la producción de leche y de su contenido en proteína y grasa. Reducción de la concentración de amoníaco y protozoos en el rumen y aumento de la concentración de propiónico
Vacuno engorde (Benchaar <i>et al.</i> , 2006a)	Mezcla comercial (timol, eugenol, vainillina y limoneno)	Sin efecto en la ingestión de MS y GMD Mejora del índice de conversión (GMD/MS ingerida)
Vacuno engorde (Yang <i>et al.</i> , 2010a, 2010b)	Cinamaldehído (dosis crecientes)	Aumento de la ingestión de MS en las primeras semanas. Sin efecto en la GMD, índice de conversión, parámetros sanguíneos, fermentación ruminal y digestibilidad intestinal
Terneas cebo (Rodríguez-Prado <i>et al.</i> , 2012)	Dosis crecientes de un producto comercial (extracto de capsicum, con 6 % de capsaicina)	Aumento lineal de la ingestión de MS, del pH ruminal y de la concentración de AGV totales y amoníaco. Disminución lineal de la proporción molar de ácido acético
Ovino, mantenimiento (Newbold <i>et al.</i> , 2004)	Mezcla comercial de aceites esenciales (timol, eugenol, vainillina, guaiaacol y limoneno)	Reducción de la degradación ruminal de la proteína y la desaminación. Sin efecto en la digestibilidad y en las concentraciones de AGV y amoníaco

¹AGV: ácidos grasos volátiles; MS: materia seca; GMD: ganancia media diaria